

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### ***PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR WITH INSULATING COTTON*** **(Pengaruh Suplai Arus Listrik Terhadap Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolit Kalium Hidroksida )**



**Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan S1 (Terapan)  
pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi  
Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang**

**OLEH :  
DANIEL FRENDI  
0612 4041 1520**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2016**

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

***PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR WITH INSULATING COTTON***  
**(Pengaruh Suplai Arus Listrik Terhadap Produksi Gas Hidrogen dengan  
Elektrolit Kalium Hidroksida )**

**Oleh:**  
**DANIEL FRENDI**  
**NIM 061240411520**

**Pembimbing I,**

**Palembang, Juli 2016**  
**Pembimbing II,**

**Ir. Erlinawati, M.T.**  
**NIP 196107051988112001**

**Ir. Irawan Rusnadi, M.T.**  
**NIP 196702021944031004**

**Mengetahui,**  
**Ketua Program Studi**  
**Sarjana Terapan Teknik Energi**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Teknik Kimia**

**Ir. Arizal Aswan, M.T.**  
**NIP 195804241993031001**

**Adi Syakdani, S.T., M.T.**  
**NIP. 196904111992031001**

## ABSTRAK

### *PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR WITH INSULATING COTOON* (Pengaruh Suplai Arus Listrik Terhadap Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolit Kalium Hidroksida )

---

(Daniel Frendi, 2016, 74 Lembar, 44 Tabel, 25 Gambar, 4 Lampiran)

Sebagai sumber daya alam yang melimpah, pemanfaatan air menjadi energi alternatif dapat dilakukan dengan Proses Elektrolisis dengan bantuan elektrolit sehingga menghasilkan Gas Hidrogen. Reaksi penguraian suatu elektrolit tersebut membutuhkan suplai arus listrik yang diubah menjadi energi kimia. Variasi Suplai arus listrik yang digunakan adalah 2.5, 4, 6.5, 9 dan 11.5 ampere, dengan elektroda berupa batang stainless steel dengan dimensi panjang 30 cm untuk anoda, dan 8 cm untuk katoda dengan diameter 1 inci. Dari kasus yang ada, maka dilakukan perancangan alat Prototipe Hidrogen Generator dengan penyekat katun yang mampu menghasilkan gas Hidrogen. Variabel tetap yang digunakan yaitu Konsentrasi dan variabel tidak tetap yaitu arus. Dari hasil pengolahan data, produksi gas hidrogen meningkat seiring dengan semakin tingginya arus yang digunakan. Produksi Gas Hidrogen terbesar diperoleh dengan arus 11.5 Ampere yaitu sebesar 203 ml dan produksi gas hidrogen yang paling rendah yaitu pada arus 2.5 Ampere sebesar 178 ml. Dari hasil tersebut, dapat diperoleh efisiensi alat dari uji kinerja yang telah dilakukan. Semakin besar produksi gas hidrogen, maka semakin besar energi yang dibutuhkan, dan sebaliknya semakin kecil produksi yang dihasilkan maka semakin rendah energi yang dibutuhkan. Sehingga untuk arus 11.5 Ampere efisiensi alat yaitu 14.81 dan untuk arus sebesar 2.5 Ampere efisiensi alat sebesar 20.166 Ampere.

**Kata Kunci : Air, Arus, Elektroda, Efisiensi , Hidrogen.**

## **ABSTRACT**

### ***PROTOTYPE HYDROGEN FUEL GENERATOR WITH INSULATING COTTON (Effect of Electrical Current Supply On Hydrogen Gas Production with Potassium Hydroxide )***

---

*(Daniel Frendi, 2016, 74 Pages, 44 Tables, 25 Pictures, 4 Appendixes)*

*As abundant natural resources, the utilization of water into alternative energy can be made by Electrolysis Process with the help of the electrolyte to produce hydrogen Gas. Decomposition reaction of an electrolyte may require the supply of electric current is converted into chemical energy. Variations in the supply of electric current used was 2.5, 4, 7, 9 and 11.5 ampere, with electrodes in the form of a stainless steel shaft with dimensions length 30 cm to 8 cm for anode and cathode with a diameter of 1 inch. From that problem, the prototype of Hydrogen Generator is designed. The purpose of this tool is used to generate hydrogen gas with a baffle that cotton. Where a fixed variable used are Concentration, and not fixed variable used are flow variations. From the results of the data processing, the production of hydrogen gas increases along with the increasing current is used. The largest Hydrogen Gas production obtained with the current 11.5 Ampere which is 203 ml and the production of hydrogen gas at low flow 1.6 Ampere of 178 ml. Of those results, can be obtained from the test tool of efficiency performance that has been done. The greater the production of hydrogen gas, then the greater the energy required, and conversely the less production generated then the lower the energy required. So for the current 11.5 Ampere efficiency tools namely 14.81 and for a current of 2.5 Ampere appliance efficiency of 20,166 Ampere.*

***Keywords: Water, Flow, Electrode, Efficiency, Hydrogen***

Motto :

- **Janganlah kamu kalah terhadap kejahatan, tetapi kalahkanlah kejahatan dengan kebaikan. ( Rome 12:21 )**
- **Apapun itu, jika kita ada kemauan pasti akan ada jalan. Jika satu pintu tertutup maka ada banyak pintu lain yang terbuka.**
- **Lakukanlah apa yang bisa kamu lakukan sekarang, jangan menunda, karena esok belum tentu lebih baik dari hari ini.**

Kupersembahkan Untuk :

- Tuhan Yang Maha Esa yang selalu menyertai dan menemani setiap langkah kakiku dan proses yang dijalani.
- Kedua orang tua , ( Alm. Ayah ) dan Ibu yang selalu memberikan dukungan baik berupa materi dan doa yang sangat berharga untukku tanpa lelah.
- Kakak-kakak ku yang selalu memberiku semangat dan doa . Semua keluarga besarku yang selalu mendoakanku.
- Kedua pembimbingku Ir. Erlinawati, M.T dan Ir. Irawan Rusnadi, M.T yang tanpa lelah memberikan bimbingan dan saran sampai selesainya laporan ini.
- Bapak Ahmad Zikri, S.T. M.T yang selalu memberikan saran dan masukan kepada kami.
- Bapak Widodo yang selalu menolong, memberikan saran dan membantu kami sampai alat yang tersebut selesai.
- Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Beserta Staff di jurusan Teknik Energi dan Teknik Kimia terimakasih atas segala bantuannya.
- Teman Seperjuangan, Azharul Wardi, Egit Andika Putra, Tanti Haryati , dan Haynurnissa Yusparani
- Teman – Teman di DIV Teknik Energi dan Jurusan Teknik Kimia Polstri Angkatan 2012 kelas 8 EGA dan EGB.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala Rahmat dan Karunia-Nya lah, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “*Prototype Hydrogen Fuel Generator with Insulating Cotton (Pengaruh Supply Arus Listrik Terhadap Produksi Gas Hidrogen dengan Elektrolit Kalium Hidroksida )*”

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas Akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan Maret -Juni 2016.

Selama penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Adi Syakdani, S.T., M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T, selaku Ketua Program studi Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik negeri Sriwijaya.
5. Ir. Erlinawati, M.T, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyelesaian penelitian maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Irawan Rusnadi, M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah banyak memberikan saran dan membantu selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

7. Seluruh Staf Pengajar, Administrasi, dan Jurusan teknik Kimia dan teknik Energi atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang selalu memberikan dukungan baik secara moril maupun doa. Semua sangat berarti bagi penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Terima kasih kepada Azharul Wardi, Egit Andika Putra, Tanti Haryati, dan HayNurnissa Yusparani atas segala bantuannya, secara langsung maupun tak langsung.
10. Teman-teman 8 EGB dan teman-teman Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Angkatan 2012 yang saya cintai, yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, terima kasih atas masukan dan bantuannya yang telah diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua terutama bagi yang membacanya.

Palembang, Juli 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	2
1.3 Manfaat .....	2
1.4 Rumusan Masalah .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Sel Elektrolisis .....	4
2.2 Elektrolisis Air .....	6
2.3 Air .....	8
2.4 Larutan Elektrolit .....	9
2.4.1 Jenis Elektrolit.....	10
2.5 Elektroda .....	12
2.6 <i>Stainless Steel</i> .....	14
2.6.1 Jenis <i>Stainless Steel</i> .....	14
2.7 Teknologi HHO .....	17
2.8 Gas Hidrogen .....	19
2.9 Bahan Penyekat.....	18
2.9.1 Bentuk Bahan Penyekat .....	21
2.9.2 Pembagian Kelas Bahan Penyekat .....	22
2.10 Menghitung Jumlah gas yang dihasilkan pada proses elektrolisis.....	20
2.10.1 Teori Hukum Faraday .....	24
2.10.2 Hukum gas Ideal .....	25
2.11 Menghitung Efisiensi .....	26
2.11.1 Efisiensi Generator HHO .....	26
2.11.2 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik .....	26
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional .....	28
3.2 Pendekatan Desain Struktural .....	28
3.2.1 Desain Alat Hydrogen Fuel Generator with insulating cotton .....	29



3.3 Pertimbangan Percobaan.....	31
3.3.1 Waktu dan Tempat.....	31
3.3.2 Bahan dan Alat.....	31
3.3.3 Perlakuan dan Analisis Statistic Sederhana .....	32
3.4 Pengamatan .....	32
3.4.1 Data Hasil Proses Elektrolisis Arus 2.5 Ampere .....	32
3.5 Prosedur Percobaan.....	33
3.5.1 Pembuatan Reaktor Elektrolisis, Tabung Pemasangan Elektroda dan Tabung Penampungan Gas .....	33
3.5.2 Prosedur Percobaan Hydrogen Fuel Generator with Insulating Cotton .....	33
 <b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil .....	35
4.2 Pembahasan.....	36
4.2.1 Pengaruh Arus Listrik terhadap Produksi Gas Hidrogen .....	36
4.2.2 Pengaruh Arus Listrik terhadap Produksi Gas Oksigen .....	38
4.2.3 Perbandingan Volume Gas Hidrogen dengan Elektrolit KOH dan NaOH .....	39
4.2.4 Pengaruh Suplai Arus Listrik terhadap Efisiensi .....	40
 <b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>46</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Ketetapan Fisik Air .....	8
2. Sifat Daya Hantar Listrik dalam Larutan.....	10
3. Nilai Potensial Reduksi Standar beberapa Elektroda.....	16
4. Sifat Fisik Gas Hidrogen.....	20
5. Suhu Maksimum Bahan Penyekat yang diizinkan.....	22
6. Volume Gas yang dihasilkan secara Praktek .....	36
7. Efisiensi Alat terhadap Suplai Arus Listrik .....	36
8. Volume Gas antara Elektrolit KOH dan NaOH.....	36
9. Volume Hasil Elektrolisis sebelum dan sesudah .....	46
10. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 11 volt ( 2.5 Ampere ) .....	46
11. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 12 volt ( 4 Ampere ) .....	47
12. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 13 volt ( 6.5 Ampere ) .....	47
13. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 14 volt ( 9.0 Ampere ) .....	48
14. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 15 volt ( 11.5 Ampere ) .....	48
15. Volume Hasil Elektrolisis sebelum dan sesudah .....	49
16. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 11 volt ( 2 Ampere ) .....	49
17. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 12 volt ( 3 Ampere ) .....	50
18. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 13 volt ( 5.5 Ampere ) .....	50
19. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 14 volt ( 7.5 Ampere ) .....	51
20. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 15 volt ( 10.5 Ampere ) .....	51
21. Volume Hasil Elektrolisis sebelum dan sesudah .....	52
22. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 11 volt ( 1.5 Ampere ) .....	52
23. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 12 volt ( 2.5 Ampere ) .....	53
24. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 13 volt ( 5 Ampere ) .....	53
25. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 14 volt ( 7 Ampere ) .....	54
26. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 15 volt ( 8 Ampere ) .....	54
27. Volume Hasil Elektrolisis sebelum dan sesudah .....	55
28. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 11 volt ( 1 Ampere ) .....	55
29. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 12 volt ( 2 Ampere ) .....	56
30. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 13 volt ( 3.5 Ampere ) .....	56
31. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 14 volt ( 5.5 Ampere ) .....	57
32. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 15 volt ( 7.5 Ampere ) .....	57
33. Volume Hasil Elektrolisis sebelum dan sesudah .....	58
34. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 11 volt ( 0.5 Ampere ) .....	58
35. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 12 volt ( 1.5 Ampere ) .....	59
36. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 13 volt ( 2.5 Ampere ) .....	59
37. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 14 volt ( 4 Ampere ) .....	60
38. Data Hasil Proses Elektrolisis dengan voltase 15 volt ( 5.5 Ampere ) .....	60
39. Perbandingan tekanan pressure gauge dengan tekanan tabung .....	62
40. Total Gas dengan variasi Arus Secara Teoritis .....	64
41. Total Gas dengan variasi Arus Secara Praktek .....	65
42. Total Gas dengan variasi Arus Secara Praktek .....	66
43. Efisiensi Alat pada masing-masing Arus .....	67

44. Neraca Massa Keseluruhan Pada Proses Elektrolisis dengan variasi arus listrik .....	74
---	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Elektrolisis Air .....	7
2. Teknologi HHO .....	17
3. Generator HHO .....	18
4. Penampang Pori Kain Katun Penyekat Gas .....	23
5. Tampak Samping <i>Hydrogen Fuel Generator with insulating cotton</i> .....	29
6. Tampak Atas <i>Hydrogen Fuel Generator with insulating cotton</i> .....	30
7. Tampak Depan <i>Hydrogen Fuel Generator with insulating cotton</i> .....	30
8. Grafik Suplai Arus Listrik vs Volume Gas Hidrogen .....	37
9. Grafik Suplai Arus Listrik vs Volume Gas Oksigen .....	39
10. Grafik Perbandingan Elektrolit KOH dan Elektrolit NaOH vs Volume Gas Hidrogen .....	40
11. Grafik Suplai Arus Listrik vs Efisiensi Alat .....	41
12. Blok Neraca Massa Proses Elektrolisis .....	68
13. Tangki Penampung Gas .....	71
14. Pipa <i>Flashback Arrestor</i> .....	71
15. Pipa Stainless Steel Elektroda .....	71
16. DC Supply 6-12 volt .....	71
17. <i>Flashback Arrestor</i> .....	71
18. Tang Meter .....	71
19. Sambungan Pipa .....	72
20. Proses Perakitan Elektroda .....	72
21. Proses Perakitan Tabung Gas Penampung .....	72
22. Keseluruhan Alat beserta rangkaian .....	73
23. Uji Bakar dengan Alumunium .....	73
24. Uji Bakar dengan Pipa .....	73
25. Uji Bakar terhadap Gas Hidrogen .....	74

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Data Pengamatan .....	45
2. Perhitungan .....	48
3. Gambar.....	58
4. Data Pengesahan, Surat Rekomendasi dan Surat Asistensi .....	62